PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

10-106951

(43)Dat of publication of application: 24.04.1998

(51)Int.CI.

H01L 21/20 H01L 27/12 H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 08-255644

(22)Date of filing:

27.09.1996

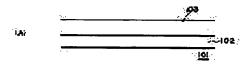
(71)Applicant : SHARP CORP

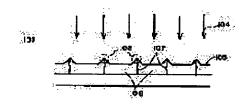
(72)Inventor: MAKITA NAOKI

(54) SEMICONDUCTOR THIN FILM, SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

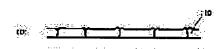
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor thin film which is high in quality and serves as an active region of a semiconductor device by a method in which an amorphous silicon film formed on a substrate having an insulating surface is crystallized by irradiation with a strong light beam. SOLUTION: An insulating base film 102 such as a silicon oxide film is formed on a substrate 101, and an amorphous silicon film 103 is formed thereon. Then, the amorphous silicon film 103 is irradiated with a strong light beam 104 such as a laser beam to be crystallized. In result, a crystalline silicon film 105 is formed of crystal grains 106, and ridges 108 like hillocks are formed at grain boundaries 107 on the surface of the film 105. The ridges 108 are selectively oxidized by a thermal treatment to be flattened. Then, a surface oxide film 109 is removed, thereby a high-quality crystalline silicon film 110 without ridges induced by crystallization on its surface can be obtained.









LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the xaminer's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3389022

[Date of registration]

17.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of

rej ction]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

rejection

[Dat of xtinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

		3	(45)公园口 卡克10年(1998)47
(51) Int.Cl.	40000	14	
H01L 21/20	Q	H01L 21/20	
21/12	2	21/12	æ
12/88		29/78	612B
21/3	38		627G

審楽開水 未開水 開水項の数10 OL (全 15 月)

[54] 【発明の名称】 半導体構成、半導体数量および半導体機関の製造方法

【碑四】 投面凹凸の無い高品質結晶性ケイ紫薄膜、お

よび高性能で且つ個傾性の高い薄膜半導体装置を実現す

【解決年段】 飽穀扱面を有する基板上に形成された結 **品性を有するケイ素限であって、酸ケイ素膜は、非晶質** その疫団が酸化工程により削られ、薄膜化されたもので ケイ教験を強光照射により結晶化させたものからなり、 あることを特徴とする。

3 ē



ê

特許額次の範囲】

「請求項1] 絶縁表面を有する基板上に形成された結 **留性を有するケイ索膜であって、** **亥ケイ素膜は、非晶質ケイ素膜を強光照射により結晶化** させてなり、その表面が酸化工程により削られ、平坦化 されていることを特徴とする半導体薄膜。

「静水項2】 絶縁表面を有する基板上に形成された結 品性を有するケイ索膜であって、

ダケイ素膜は、固相結晶成長により結晶化された結晶性 ケイ索膜に強光照射により再結晶化させてなり、その裘 **面が酸化工程により削られ、平坦化されていることを特** 敦とする半尊体薄膜。

【静水項3】 絶縁表面を有する基板上に画索電極を駆 は画紫電極による液晶容量と並列に補助容量が接続され かする蒋膜トランジスタを有し、眩薄膜トランジスタに てなる半導体装置において、

上記薄膜トランジスタのチャネル領域と、上記補助容量 その表面が酸化工程により削られ平坦化された半苺体薄 の一方の配極とが上記絶縁要面を有する基板上に形成さ れた非晶質ケイ索膜に強光照射を照射して結晶化させ、 **資を用いて構成されたことを特徴とする半導体装置。**

【荫水項4】 絶縁表面を有する基板上に画紫電極を駆 かする蒋殿トランジスタを有し、眩蒋殿トランジスタに は散画衆配極による液晶容量と並列に補助容量が接続さ れてなる半導体被置において、

の一方の電極とが上記絶縁表面を有する基板上に固相結 られ平坦化された半導体薄膜を用いて構成されたことを 上記薄膜トランジスタのチャネル領域と、上記容量成分 **晶成長により結晶化された結晶性ケイ発膜に強光照射に** より再結晶化させてなり、その表面が酸化工程により削 特徴とする半導体装置。

【酵水項5】 絶縁表面を有する基板上に非晶質ケイ素 膜を形成する工程と、 上記非晶質ケイ素膜に強光照射 により結晶化させる工程と、

- 記工程により形成された結晶性ケイ索膜表面を酸化す

ケイ索膜装面を平坦化する工程と、からなることを特徴 上記工程により形成された酸化膜を除去し、上記結晶性 とする半尊体薄膜の製造方法。 【樹水項 6】 絶縁表面を有する基板上に非晶質ケイ紫 化を助長する触媒元素を導入し、強光照射により結晶化 **質を形成する工程と、 上記非晶質ケイ索膜にその結晶** させる工程と、

L記工程により形成された結晶性ケイ素膜装面を酸化す

上記工程により形成された酸化膜を除去し、上記結晶性 ケイ紫膜装面を平坦化する工程と、からなることを特徴 とする半蕁体薄膜の製造方法。 【静求項7】 上記請求項6記載の半導体薄膜の製造方 祖において、

上記触媒元素を選択的に導入する工程と、触媒元素が尊 入された領域から、その周辺へと做方向に結晶成長させ る工程を備えることを特徴とする半導体薄膜の製造方 【蘭水頃8】 上記醇水頃5あるいは6記載の半導体薄 膜の製造方法において、 上記強光照射後における結晶性ケイ紫膜表面の平均面粗 さRaと、上紀殿化膜の膜厚Tが、T>Raの関係にあ ることを特徴とする半導体薄膜の製造方法

【簡求項 9】 上記請求項 8 記載の半導体薄膜の製造方 在において、

【酵求項10】 上記館求項5あるいは8記載の半導体 て、10 mm口以下の適定エリアに対して適定された値 上記平均面相さRaは、原子間力弱微鏡(AFM)に であることを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

上記酸化工程が、スチーム(水蒸気)雰囲気中あるいは 数条雰囲気中あるいはHCI雰囲気中での加熱処理によ り行われることを特徴とする半導体薄膜の製造方法。 膜の製造方法において、 【発展の評価な説形】

[000]

体装置および半導体薄膜の製造方法に関する。特に、本 発明の半導体薄膜は、絶縁表面を有する基板上に設けら 半導体装置に有効であり、アクティブマトリクス型の液 晶表示装置、密着型イメージセンサー、三次元 I Cなど 【発明の属する技術分野】本発明は、半蕁体磷酸、半蕁 れた溝段トランジスタ(以下、TFTといろ)を用いた に利用できる。

【従来の技術】近年、大型で商解像度の液晶投示装置、 [0002]

などへの東現に向けて、ガラス等の絶縁基板上や、絶縁 質としては、非晶質ケイ素半導体 (a-S1) からなる 高速で高解像度の密着型イメージセンサー、三次元 I C 模上に高性能な半導体発子を形成する試みがなされてい る。これらの装置に用いられる半導体索子には、ケイ索 半導体薄膜を用いるのが一般的である。ケイ繋半導体薄 ものと、結晶性を有するケイ落半導体からなるものの2 つに大脳される。 【0003】非晶質ケイ素半導体は作製温度が低く、気 相法で比較的容易に作製することが可能で母産性に高む ため、最も一般的に用いられているが、苺気性等の物性 が結晶性を右するケイ軟半器体に比くて劣るため、今後 より高速特性を得るためには、結晶性を有するケイ索半 単体からなる半単体被函の作製方法の確立が強く求めら 1 祭、給品性と非品質ケイ素の中間の状態を有するセミ 多結晶ケイ紫、微結晶ケイ紫、結晶成分を含む非晶質ケ **たていた。尚、結晶性を有するケイ素半導体としては、** アモルファスケイ整等が知られている。

【0004】これら結晶性を有する薄膜状のケイ紫半苺 体を得る方法として、次の方法がある。

8

10

[0005] (1) 成膜時に結晶性を有する膜を直接成

レーザー光など強光のエネルギーにより結晶性を有せし 【0008】(2)非岛町の半導体膜を成膜しておき、 禁エネルギーを加えることにより結晶性を有せしめる。 【0007】(3)非囧質の半導体膜を成膜しておき、

[0008] しかしなから、上記(1)の方法では、成 **関エ阻と同時に結晶化が通行するので、大粒径の結晶性** ケイ素を得ることが難しく、それにはケイ紫膜の膜厚を ず、この方法により良好な結晶性を有するケイ発膜を作 大きくすることが不可欠となる。しかし、殷厚を大きく しても基本的には関厚と同程度の結晶粒径しか得られ 数することは原理的に不可能である。

800℃以上の西温にて数十時間にわたる加熱処理が必 **熨であるため、生産性に非常に乏しい。また、固相結晶** 同士がふつかり合って粒界が形成されるため、その粒界 はキャリアに対するトラップ単位として働き、TFTの それぞれの結晶粒は双晶構造を示し、一つの結晶粒内に おいても所翻双磁欠陥と呼ばれる結晶欠陥が多量に存在 【0009】また、上配(2)の方法は、結晶化に際し 化現象を利用するため、結晶粒は基板面に平行に拡かり 数μmの粒径を持つものさえ現れるが、成長した結晶粒 移動度を低下させる大きな原因となっている。さらに、

[0010] 上記(3)の方法を利用して、前述の問題 5。これらの方法では、非協質ケイ禁膜の結晶化を助長 (以下、第1の公報という) および特開平8-2441 04号公報(以下、第2の公報という)で提案されてい する触媒元素を利用することで、加熱温度の低温化およ 5.処理時間の短額を図っている。具体的には、非晶質ケ イ教殿の牧団にコッケルやパラジウム等の金属元素を後 間に導入させ、しかる役に加熱することで、550℃、 点を解決する方法が、特別平6―244103歩公報 4時間程度の処理時間で結晶化が終了する。

元素を核とした結晶核発生が早期に起こり、その後その 金属元素が触媒となって結晶成長を助長し、結晶化が急 敷に進行することで理解される。そういった意味で以後 **幕限は、通常の固相成長法で結晶化した結晶性ケイ素膜** 【0011】この低温結晶化のメカニズムは、まず金属 **にれらの金属元整を「勉媒元素」と呼ぶ。にれらの勉媒** の一つの粒内が双母構造であるのに対して、その粒内は 同本もの柱状結晶ネットワークで構成されており、それ Pれの柱伏結晶内部はほぼ理想的な単結晶状態となって 元祭により結晶化が助長されて結晶成長した結晶性ケイ

5。また、開射光の波長を過ぶことで、アニールの対象 **【0012】現在は上記(3)の方弦が主流となってい** 5。上記(3)の方法では洛敷固化過程を利用し結晶化 するので、個々の結晶粒内の結晶性は非常に良好であ

であるケイ紫膜のみを効率的に加熱し、下層のガラス基 の方法のような長時間にわたる処理が必要でない。装置 **向いも 旭田力の H キツトフーザーアコーン 被倒な アダ縣** 坂への熱的損傷を防ぐことができると共に、上記(2) **発され、大面積基板に対しても対応可能になりつつあ**

元素を導入し加熱することで、他の部分を非晶質ケイ素 【0013】上記第1の公報は、非晶質ケイ素膜に触媒 後、触媒元素を除去し、その後非晶質ケイ素膜の結晶化 温度より低い温度でアニールするものである。また、上 **記第2の公報は、非晶質ケイ素膜の一部に選択的に触媒 関の状態として残したまま、選択的に触媒元素が導入さ たか領域のみを結晶化し、そして、さらに加熱時間を延** 艮することで、その導入領域から徴方向 (基板と平行な 方向)に結晶成長を行わせている。この徴方向結晶成長 節域の内部では、成長方向がほぼ一方向に揃った柱状緒 届がひしめき合っており、触媒元素が直接導入されラン ダムに結晶核の発生が起こった領域に比べて、結晶性が 良好な領域となっている。よって、この徴方向結晶成長 **領域の結晶性ケイ素膜を半導体装置の活性領域に用いる** 元素を導入し、触媒元素と非晶ケイ紫膜を反応させた ことにより、半導体装置の商性能化が行える。

(0014]上記 (3) の方法を利用した第1の公報お よび第2の公報で提案されている技術は、有用なもので あるけれども、この技術だけでは来だ十分な性能の半導 体装型は得られていない。すなわち、個々の結晶粒を構 或する柱状結晶の結晶性は良好でも、その結晶粒界部は キャリアに対するトラップ単位として働く。しかしなが ら、第1の公報および第2の公報により得られる結晶性 ケイ寮膜に、強光照射することでその結晶性はさらに助 がって、現在の技術において、高性能な半導体装置を実 現するためには、その活性領域を構成するケイ発半導体 ところが、上記(3)の方法で得られる結晶性ケイ教験 猫光のエネルギーにより、その魁点1414℃以上まで 牌時に加熱され、数十nsec.程度の冷却時間にて窒 温付近まで冷却され固化される。この際、あまりにも固 化速度が速いので、ケイ紫膜は過冷却状態となり、一瞬 00m稲度と非常に小さくなると共に、結晶粒がぶつ で顕著となる。この結晶成長に起因する山状の盛り上が 長され、非常に商品質な結晶性ケイ素膜となる。 した にして固化される結果、一般的に結晶粒径は100~2 この現象は、特に3つの結晶粒がおつかり合った三極点 蒋殿の作製において、上記(3)の方法が最良である。 は、その我面ラフネスの大きさが大きな問題点となる。 すなわち、上記(3)の方法では、非晶質ケイ紫膜は、 かり合った点、すなわち結晶粒界は山状に盛り上がる。

[0018]

【0015】上記の現象は、非晶質ケイ紫膜においてだ けでなく、結晶性ケイ素膜に対しても同様に起こる。結 りを以後「リッジ」と呼る。

届性ケイ森膜の場合は、強光照射により溶融した状態で

場合に比べ、結晶粒径が大きくなると共に、個々のリッ も、幾分かの微結晶成分は保持され、その成分が核とな る。したがって、上述の非晶質ケイ素膜から結晶化した ツの大きさも大きくなり、リッツの発生密度は逆に減少 り、元の結晶の情報を幾分か残した形で再結晶化され

€

【0018】図8に、実際に強光照射により結晶化され ーY方向のフルスケールは2μmであり、2方向のフル M) 像を下にスケッチした図を示す。図6において、X スケールは50mmである。このような結晶性ケイ紫膜 により、MOS型トランジスタなど半導体装置の活性領 域を作製すると、結晶性ケイ紫膜袋面のリッジに鶴界集 れる絶縁膜の耐圧低下につながり、リーク配流発生の原 因となる。したがって、半尊体装置としての信頼性が大 きく低下し、奥用に耐える半導体装置を得ることは非常 トリクス基板においては、液晶容量と並列に補助容量が 設けられているが、画衆電極をスイッチングするTFT 上配結晶性ケイ索膜を用いた場合、そのリッジによる表 面徴率の変化のため、容量は設計値からずれることにな り、表示むらやフリッカーなどの表示不良を引き起こす 中が起こる。すなわち、この結晶性ケイ衆殺面に形成さ に困難である。また、液晶表示装置などのアクティブマ のチャネル領域と共にその補助容量成分の配極として、 た結晶性ケイ素膜の表面状態の原子間力顕微鏡(AF

方法が、特開平1-135173号公報 (以下、第3の 公報という) に示されている。第3の公報では、非品質 ザーなどのバルスレーザーを開射し、散非晶質ケイ索膜 を結晶化している。また、特開平6-163588公報 【0017】結晶性ケイ素薄膜の衰面の凹凸を低減する ケイ紫膜にシリコンイオンを注入した後、エキシマレー (以下、第4の公報という)では、上記(3)の方法に 研磨剤を用いてその表面研磨を行い、結晶性ケイ素限表 より結晶化されたと思われる結晶性ケイ衆膜に対して、 面の凹凸を低減している。 【発明が解決しようとする課題】上記第3の公報および 第4の公報は、上記問題点に対しての解決策として提案 困難である。第4の公報では、研磨剤により結晶性ケイ **牧膜の装面凹凸を研磨しているが、上記結晶性ケイ素膜** 成する訳であり、この面に対してダメージを与えること は、好ましくない。また上記研磨工程においては、結晶 されているが、これらの技術を用いても抜本的な解決は MOSトランジスタにおいてはその表面はチャネルを構 性ケイ素膜表面はかなりの研磨ダメージを受け、このよ **うなケイ素膜を活性領域に用い半導体装置を製造したと** しても本発明の目的とする商信頼性および商性能な半導 は半導体装置の活性領域として使用される部分であり、 体装置は全く得られない。

【0019】また、第3の公報の技術を用いても、上記

はならない。したがって、第3の公報による方法を用い さが低減される程度の効果しか無く、抜本的な解決策と も、本発明の目的とする商信頼性を有する高性能な装置 メカニズムによりリッジが発生する以上、若干その大き て半導体薄膜を形成し、半導体装置を作製したとして を得ることはできない。

される半導体蒋殿において、上述の数エネルギーあるい 【0020】本発明は、TFTなどの半導体装置に使用 解決し、商品質な結晶性ケイ紫膜を得るものであり、高 **同頻性を有する高性能半導体装置や高扱示レベルの液晶** はレーザー光を使用して結晶化される際の問題点を全て **扱示装置などを実現するものである。**

[0021]

ノリシック型アクティブマトリクス被留扱示装置、高遠 【課題を解決するための手段】本発明は、より大型でよ り高解像度のアクティブマトリクス液晶扱示装置や、問 一基板上に液晶駆動用のドライバを作り込むドライバモ で高解像度の密着型イメージセンサー、三次元ICなど を実現するために、それら半導体索子の活性領域となる 高品質な半導体導膜を供給することを目的とする。すな 決するものである。具体的には、本発明は以下の特徴を **わち、本免明は、上述のようにレーザー光などの強光照** 対により得られる半導体薄膜における従来の陶臨点を解

討により結晶化させてなり、その表面が敷化工程により 段表面を有する基板上に形成された結晶性を有するケイ **森膜であって、鼓ケイ索膜は、非晶質ケイ紫膜を強光**照 【0022】本発明の請求項1記載の半導体薄膜は、 削られ、平坦化されていることを特徴とする。

常限であって、粒ケイ紫殿は、固相結晶成長により結晶 化された結晶性ケイ森膜に強光照射により再結晶化させ てなり、その表面が酸化工程により削られ、平坦化され 段要団を有する基板上に形成された結晶性を有するケイ 【0023】本発明の請求項2記載の半導体導限は、 ていることを特徴とする。

[0024] 本発明の糖水因3配敷の半導体装置は、絶 段表面を有する基板上に画素電極を駆動する斑膜トラン ジスタを有し、蒋膜トランジスタには画森電極による複 補助容量の一方の電極とが、上記絶縁要面を有する基板 おいて、上記蒋殿トランジスタのチャネル領域と、上記 上に形成された非晶質ケイ素膜に強光照射を照射して結 晶化させ、その表面が酸化工程により削られ平坦化され **届容量と並列に補助容量が接続されてなる半蕁体装置に** た半蕁体薄膜を用いて構成されたことを特徴とする。

ジスタを有し、薄膜トランジスタには画素電極による液 おいて、上記薄膜トランジスタのチャネル低域と、上記 は補助容量の一方の電極とが、上記絶役投頭を有する基板 段表面を有する基板上に画索配極を駆動する構膜トラン **届容量と並列に補助容量が接続されてなる半導体装置に** [0025] 本発明の請求項4記載の半導体装置は、

方法は、絶穀投面を有する基板上に非晶質ケイ紫膜を形 成する工程と、上記非品質ケイ素膜に強光照射により結 イ森殿安団を取化する工程と、上記工程により形成され **た酸化酸を除去し、上配結晶性ケイ索膜装面を平坦化す** る工程とからなることを特徴とする。本発明の額収項6 記載の半導体構膜の製造方法は、絶段表面を有する基板 り形成された酸化膜を除去し、上記結晶性ケイ素膜装面 【0028】本発明の額求項5記載の半導体薄膜の製造 **蛩化させる工程と、上記工程により形成された結晶性ケ** 上に非晶質ケイ素膜を形成する工程と、上紀非晶質ケイ **常限にその結晶化を助長する触媒元素を導入し、強光照** 対により結晶化させる工程と、上船工程により形成され た結晶性ケイ紫膜疫面を酸化するエ程と、上記工程によ を平坦化する工程とからなることを特徴とする。

繋が導入された領域から、その周辺へと横方向に結晶成 【0027】本発明の朗水項7記載の半苺体薄膜の製造 方法は、上記解求項 8 記載の半導体薄膜の製造方法にお いて、上記触媒元素を選択的に導入する工程と、触媒元 長させる工程を備えることを特徴とする。

【0028】本発明の額求項8記載の半導体薄膜の製造 **方法は、上記館水項 5 あるいは 8 記載の半導体薄膜の製 쒑方法において、上記強光照射後における結晶性ケイ索 膜袋団の平均面相さRaと、上和酸化膜の膜厚Tが、T** >RBの関係にあることを特徴とする。

方法は、上記館水項8 記載の半導体薄膜の製造方法にお 【0029】本発明の創水項9記載の半導体構製の製造 M) にて、10 mm口以下の適定エリアに対して適定さ いて、上記平均面相されるは、原子間力函数鏡(AF れた値であることを特徴とする。

【0030】本発明の耐水項10配載の半準体薄膜の製 **治方法は、上記醇次項 5 あるいは 8 記載の半導体薄膜の** 気)雰囲気中あるいは酸素雰囲気中あるいはHCI雰囲 Ni, Co, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, In, S n、A1、Sbから遊ばれた一個または複数種類の元素 を用いることが好ましい。特に、N1元霖を少なくとも 【0031】 泊鉛醇水垣8において、 勉媒元霖として、 気中での加熱処理により行われることを特徴とする。 製造方法において、上配製化工程が、スチーム(水井 用いることが好ましい。

として、波及500m以下のレーザー光を用いること が好ましい。特に波長308nmのXeC1エキシマレ 【0032】前記請求項5あるいは8で使用される強光 ーザー光を用いることが好ましい。

[0033] 前配額水項10において、スチーム (水蒸 財政の政権を利益は、550~900℃の制度を **用にて行われることを特徴とする。ここで、加圧スチー**

とが好ましい。また酸森雰囲気中あるいはHCI雰囲気 4 (水蒸気) 雰囲気は、1気圧以上の下にて行われるこ 中での加熱処理は、800~1100℃の温度範囲にて 行われることが好ましい。

【0034】本発明者らは、強光照射により結晶化され ての問題点を解決することで、高性能な半導体装置や高 より上記問題点を全て解決でき、目的とする商品質結晶 性ケイ索薄膜、そして商信頼性で高性能な半導体装置が 万能で商品質な結晶性ケイ紫膜を実現するため、日夜研 た商性能な結晶性ケイ森半導体薄膜において、上述の全 究に明け暮れた。その結果、上配特徴を有する本発明に **敷示品位の液晶扱示装置など様々な分野に応用される、**

を酸化工程により削り、苺酸化することである。本発明 生のメカニズムにある。上述のように、強光照射による 【0036】本発明の大まかな主旨としては、強光照射 により結晶化された結晶性ケイ素膜において、その表面 の出発点は、強光照射による結晶化時におけるリッジ発 その融点1414℃以上まで瞬時に加熱され、数十mg れる。その液相から固相への変化の際、結晶粒がぶつか り合い、そのぶつかり合った点が山状に盛り上がるので も、特に3つの結晶粒がぶつかり合った三極点で顕著と e c. 程度の冷却時間にて窒温付近まで冷却され固化さ 結晶化時には、ケイ紫膜は、強光のエネルギーにより、 ある。すなわち、結晶性ケイ紫膜の結晶粒界部におい て、リッジが発生する。この現象は、結晶粒界の中で

見出されたものである。本発明の概要を図1を用いて説 明する。図1は、本発明の項品質結晶性ケイ教験の製造 エ程を示す断面図であり、(A)→(D)の順に製造エ 【0038】本発明は上記リッツの発生原因に対して、 **母が進行する。**

[0037]図1(A)において、ガラス等の基板10 し、溶融固化過程において結晶化する。その結果、非晶 |の上に、製化ケイ発膜などの絶縁性の下地膜102が 形成され、さらにその上に非晶質ケイ紫膜103か形成 されている。この非晶質ケイ索膜103に対して、図1 質ケイ素限103は結晶性ケイ素膜105となる。結晶 性ケイ寮膜105は結晶粒108により構成され、その **倍酯粒界 1:0 7 において装面が山状に盛り上がる。すな** (B) に示すようにレーザーなどの強光104を照射 わち、リッジ108が出現する。

【0038】次に、本発明のポイントである酸化工程を 行う訳であるが、酸化工程は、SI原子の結合状態が特 に劣悪となる結晶粒界部において特に進行する性質があ る。すなわち、結晶性ケイ索膜105に酸化工程を施す 図1 (C) のように結晶性ケイ紫膜105の表面が 全体的に薄膜酸化されると共に、リッジ108が存在す る結晶粒界107部において特に酸化が進行し、相対的 に見れば、リッジ108が遊択的に酸化され、削られた

ことで、本発明の目的とする、膜袋面において結晶化超 ような状態となる。ここで、109は薄膜酸化工程によ (D) に示すように、この表面酸化膜109を除去する 因のリッジの無い商品質結晶性ケイ索膜 1 1 0 を得るこ り得られたケイ森の表面酸化膜を示す。そして、図1

[0038] 本発明の上記各特徴について、以下にその 4.用を説明する。

が、特にリッジが存在する結晶粒界は酸化が進行し、相 になる。この結果、結晶性ケイ素膜表面は結晶化に起因 り、その表面が酸化工程により削られ、平坦化されてい **讨的にはリッジが選択的により酸化され、削られるよう** にわたってさらに均一な結晶性ケイ殊膜が得られる。な よ、固相結晶成長により結晶化された結晶性ケイ索膜に 強光照射により再結晶化させてなり、その装面が酸化工 **程により削られ、平坦化されているから、固相結晶成長** 結晶性ケイ素膜を出発膜とすることで、初期の均一な結 晶性の情報を残したまま再結晶化されるため、基板全面 光源であるレーザー等の安定性が十分でなく、基板全面 晶性ケイ素膜とすることで、初期の均一な結晶性の情報 イ森膜に比べて、強光照射工程がダイレクトに及ぼす影 強光照射により結晶化されたものと比較して結晶性が劣 性能半導体装置に使用可能な高品質結晶性ケイ紫膜とな にわたって均一な膜質の結晶性ケイ索膜を得るのは難し いといった点がある。強光照射前の出発膜を固相成長結 をある程度は残したまま再結晶化されるため、非晶質ケ 智が薄れ、より均一な結晶性ケイ素膜が得られ易い。但 ぜなら、上配強光照射による結晶化時の問題点として、 し、固相成長工程のみで結晶化されたケイ索膜自体は、 【0040】第1に本発明によれば、結晶性ケイ索膜 よ、非晶質ケイ素膜を強光照射により結晶化させてな [0041] 第2に本発明によれば、結晶性ケイ素膜 るから、結晶性ケイ素表面が全体的に薄膜酸化される **悪であり、強光照射工程を加えることにより初めて、** するリッジのない高品質結晶性ケイ素膜表面となる。

として、非晶質ケイ紫膜の結晶化を助長する触媒元素を 索膜、そして電流駆動能力に優れる商性能半導体装置が [0042]また本発明において、強光照射前の出発膜 用い固相結晶化されたケイ索膜を用いると、均一性の面 イ寮膜では、上述のように柱状結晶のネットワーク構造 し、劣悪な結晶状態となっているが、個々の柱状結晶内 その結果、得られる結晶性ケイ索膜は、非常に高品質な に加えて、さらに結晶性が向上し、高品質な結晶性ケイ **異現できる。なぜなら、上記触媒元索を用いた結晶性ケ** の結晶性は良好で、ほぼ単結晶状態を示す。この結晶性 ケイ殊膜に強光を照射し、溶融固化過程において再結晶 化すると、結合状態の強い個々の柱状結晶の一部が溶験 により構成される。結晶粒界部には、触媒元素が極在 されずに残り、それを趣結晶として結晶化が進行する。

結晶性ケイ素膜となるのである。すなわち、上記触媒元 祭により固相結晶化された結晶性ケイ素膜は、従来の触 比較して、強光照射による再結晶化工程との相性が非常 媒元繁を用いないで固相結晶化された結晶性ケイ繋膜)

発限として、非晶質ケイ素膜の結晶化を助長する触媒元 条により做方向に一次元的に固相結晶化されたケイ紫膜 【0043】さらに、第3の本発明は、強光照射前の出 を用いると、さらに結晶性が向上し、現状では最高のも きる。すなわち、このケイ紫膜では柱状結晶がほぼー方 向に沿って監然と並んでおり、この領域では結晶粒界は 原理上存在しない。この領域に強光照射を行うと、個々 の柱状結晶はそれぞれ結合し、広領域にわたって単結晶 状態に近い非常に良好な結晶性の結晶性ケイ素領域が得 **電流駆動能力に非常に優れる商性能半導体装置が実現で** のであると思われる高品質な結晶性ケイ素膜が得られ、

d)、由金(Pt)、鋼(Cu)、銀(Ag)、金(A u)、インジウム (In)、鉛 (Sn)、アルミニウム る。これらから選ばれた一個または複数囤類の元素であ hば、微量で結晶化助長の効果があり、半導体装置へ及 いが、一応次のようなモデルを考えている。触媒元素は ができる。この理由については、未だよくわかっていな 単独では作用せず、ケイ素限と結合しシリサイド化する ことで結晶成長に作用する。そのときの結晶構造が、非 も、特にNiを用いた場合に最も顕著な効果を得ること 5.406Aであり、結晶シリコンのダイヤモンド構造 での格子定数5.430Aに非常に近い値をもつ。よっ の鋳型としては最高のものであり、本発明における触媒 **칍は、単結晶ケイ索のダイヤモンド構造と非常に類似し** 非品質ケイ素膜の結晶化を促すといったモデルである。 る。NIS1jは螢石型の結晶構造を示し、その結晶構 て、NiSiタは、非晶質ケイ紫膜を結晶化させるため ッケル (N1)、コバルト (Co)、パラジウム (P (A1)、アンチモン(Sb)を利用することができ **浜す影響を小さく抑えることができる。それらの中で 品質ケイ素膜の結晶化時に一種の筋型のように作用し、** [0044] ここで、上記触媒元素の種類としては、 たものである。しかも、NISilはその格子定数が 元弊としては、特にNiを用いるのが最も盈ましい。 Niは2つのSiとNiS11のシリサイドを形成す

【0045】第4に本発明の商品質結晶性ケイ森半導体 **蔣殿は、半導体装置全般において、その活性領域に利用** おいては、國素用TFTのチャネル領域に加えて、液晶 国索容量と並列に接続された補助容量に8の一方の配格 できる一方、液晶袋示用のアクティブマトリクス基板に アイブマトリクス基板では、ゲートパルス個身がオフさ るため、液晶画素容量と並列に補助容量Csを設けてい 節を構成することを特徴とする。液晶投示装置用のアク **たた際に発生する画祭電極部での電圧降下現象を綴和す**

€

'1

った。それに対して、本発明による結晶性ケイ禁膜を用 FTのゲート絶像膜と同一層により構成するのが最も超 リッジによる牧面ラフネスのため補助容量にBがばらつ 5。この補助容量CSは大きいほど上記低圧降下を小さ 供しい。 しかしながか、 植野谷県CBの画面内でのばら き、良好な扱示品位の液晶扱示数固を得ることは難しか ¶助容量C8のばらつきを抑えることができ、扱示むら **くできるため、また、製造プロセス簡略の固からも、T つきは、 画面上にフリッカーなどの投示むらを引き起こ す原因となる。従来の強光照射により得られる結晶性ケ** イ素膜を用い補助容量CSの配極を作製した場合には、 いた場合には、牧団ラフネスが大きく低波されるため、 の無い商扱示品位の液晶扱示数置が得られる。

ラット面)から指定菌までの偏遊の絶対値を平均した値 【0048】本発明におけるリッツによるケイ雰膜の表 **岡組さは、平均岡組さR8によって定義される。平均園** 田さRaとは、基準団(指定団の高さの平均値となるフ であり、次式で扱される。

[0047]

ここで、Sott基準固の回復、Zott基準固の高さ、F Ra=1/SoulF (X, Y) -Zo | dxdY

対してのウィークポイントという点では、ほとんど効果 (X、Y) は斑梛 (X、Y) における指定面の高さを扱 エ程により低減することが目的であるから、少なくとも にわたり、ケイ紫膜を取化することが必要となる。 酸化 工程により敬化されるケイ素限の限算丁が平均面組され ものの、その形状としては変化しないため、電界集中に はない。したがって、本発明においては、強光照射後に おけるケイ素膜数面の平均面組さR a と表面酸化膜の膜 **孠Tが、少なくともT>Raの関係にあることを特徴と** す。本発明は、リッツによるケイ教験投画の凹凸を敷化 数価組さの平均値を扱す上記平均価組される以上の駁厚 **8よりも少ないと、リッシの大きさは若干は小さくなる**

JI 定された値であれば、サブ n m オーダーまでの資定信 【0048】前記の平均面相さRBは、原子間力顕微鏡 (AFM) にて、10 mm口以下の巡応エリアに対して **類性があり、本発明の主旨を損なうことはない。**

波長500mm以下のレーザー光を用いることが留まし い。なぜなら、強光照射によるケイ素膜の結晶化あるい えば、ケイ素膜に対する吸収係数が極めて高いため、ガ は円給価化において、波長500m以下の強光にて行 ラス基板に熱的ダメージを与えることなく、ケイ発膜の みな既時に加熱することができる。また、レーザー光衣 用いることで、ケイ素膜を瞬時に、融点1414℃に加 彼長308mmのX6C1エキシマレーザー光は、出力 熱するだけの商出力化が可能となる。その中でも、特に 【0048】本免明において用いられる強光としては、 が大きいため、茘板厢別時のピームサイズを大きへで

しており、母童装置に適用する上で最も貸ましい。

[0050] 第5に本発明における結晶性ケイ索膜表面 の酸化工程としては、スチーム(水蒸気)雰囲気中での したがって、基板に耐熱性の低いガラスなどの素材を用 ため、低温にて酸化レートの大きなスチーム雰囲気が最 成分として半導体薄膜に対して有害となる成分は全く含 いた場合には、基板温度を十分に上げることができない 加熱処理により行われることを特徴とする。スチーム第 も適している。また、このスチーム雰囲気は、その原子 **囲気は、他の酸化ガスに比較して酸化レートが大きく、** 比較的低温かつ短時間である程度の酸化膜が得られる。 んでいないため、安心して使用できる。

レートが得られず、長時間を費やしても酸化はほとんど トが大きすぎるため、その制御が困難となり、半導体薄 【005i】上記スチーム雰囲気での酸化工程における ことを特徴とする。550℃以下の温度では十分な酸化 **通まない。これに対して、900℃以上では、酸化レー** 加熱温度としては、550~900℃の温度範囲である 膜全てが酸化されるような場合も出てくる。よって、上 紀温度範囲において処理することが窒ましい。

の加圧スチーム(水蒸気)雰囲気下にて行うことで、本 【0052】また、ガラス基板が使用できる650℃程 度以下の温度でより酸化レートを大きくするには、この 酸化工程を1気圧以上の加圧スチーム(水蒸気) 雰囲気 **下にて行えばよい。酸化レートは圧力に応じて増大する** ため、10気圧では、1気圧時に比べて約10倍の酸化 発明における半導体薄膜製造時のタクトタイムの向上が レートが得られる。よって、この酸化工程を1気圧以上

場合には、より高い温度まで加熱できる。このとき、酸 【0053】基板に石英などの高耐熱性の基板を用いた 化現象に加えて、前配低温酸化工程では起こらなかった 所たな現象が起こる。すなわち、対象物である結晶性ケ イ禁殿は、琅団酸化されると共に、個々の結晶粒内およ **び粒界がさらに良好に処理され、残っていた結晶欠陥が** まば消滅する。また、結晶性ケイ素膜中に存在している **下棹物元素が扱面酸化膜へと引き出され、結晶性ケイ素** スチーム雰囲気でのレート制御は困難であり、酸森ある リング特性に優れ、触媒元素を用いて結晶化された結晶 性ケイ素膜に対しては、その触媒元素を除去する意味で は、半導体薄膜中に含まれる不純物元素に対するゲッタ 膜は非常に高品質化される。このような高い温度では、 いはHC1雰囲気中で行うのかよい。特にHC1ガス F常に有効である。

0.00の温度範囲であることが超ましい。800℃以下 であれば、十分な酸化レートが得られない上、上記の結 [0054] 上記加熱処理温度としては、800~11 **铅性改善および不純物除去の効果も見られない。また、** 1100℃以上では、酸化レートはさらに上昇するが、 結晶性改強および不純物除去の効果は、ほぼ飽和に選

き、大面積基板に対応しやすく、また出力も比較的安定

し、石英基板の耐熱性の面からも、これ以上温度を上げ 5必要はない。

 Ξ

[0055]

[発明の実施の形態]

1個プンスイッチング森子としてNチャネル型TFTが 形成され、そのドレイン領域側には画路液晶容量と並列 液晶表示装置用のアクティブマトリクス基板を作製する (奥施例 1) 本発明を用いた第 1の実施例について説明 -る。本実施例では、本発明を利用し、ガラス基板上に **帰の工程について、説明を行う。本発明のアクティブマ** トリクス基板は、液晶表示装配の各画発電極に対応して に補助容量CSが設けられている。

[0058]以下において、図2は本夷施例の作製工程 にて作製した画案TFTおよびその補助容量Cs的の完 成図を示し、N型TFT領域224と、補助容量Cs領 かって作製工程が頃次進行する。図2(F)は本実施例 の概要を示す断菌図であり、(A)→(F)の頃にした 域228を示す。 [0057]まず、図2 (A) に示すように、ガラス等 の透明で絶縁性の基板201上に例えばスパッタリング **试によって厚さ300m粗度の酸化ケイ繋からなる下** 地膜202を形成する。この酸化ケイ紫膜は、ガラス基 版からの不純物の拡散を防ぐために設けられる。

の温度で数時間熱処理を行い、膜中の水素を放出してお どによって、厚さ40~100nm、例えば50nmの マCVD法により前記a―S 1 膜2 0 3を成膜した場合 射時の膜剥がれの原因となるため、ここで450で程度 【0058】次に、減圧CVD法やプラズマCVD法な 非晶質ケイ素(a—Si)膜203を成膜する。プラズ には、その膜中に多量の水索を含有し、後のレーザー照 く必要がある。

の融点以上に加熱され、溶融し固化することで良好な給 【0059】その後、図2 (A) に示すように、レーサ ザー (波長308nm、パルス幅40nsec.) を用 いた。レーザー光207の照射条件は、照射時に基板を 200~500℃、倒えば400℃に加熱し、エネルギ チを散定した。この工程により、a—S 1 膜2 0 3 はそ て、それぞれ10回レーザー照射されるように走査パッ 原子間力顕微鏡(AFM)により、結晶性ケイ素膜20 3 dの表面の平均面粗さRaを測定すると、4~5 nm このときのレーザー光としては、XeClエキシマレー 一光207を照射し、8一S1膜203を結晶化する。 /cmiとした。レーザー光207は、基板面に対して **−密度200~350mJ/cm¹、例えば300mJ** 晶性を有する結晶性ケイ繋膜203dとなる。ここで、 間次走査され、8-S1膜203の任意の一点に対し

4時間程度のアニール処理を施す。この工程により、図 【0080】次に、例えば10気圧のスチーム雰囲気下 it、加熱過度550~800℃、例えば800℃にて

化され、ソース領域218とドレイン領域および補助容

結晶粒表面に比べ大きく酸化される。その後、要面酸化 素膜203dは膜厚30mm程度に薄膜化される。この 膜208をエッチングし除去する。このときの結晶性ケ イ素膜203dの表面を原子間力顕微鏡AFMにより週 定した結果、平均面担さRaは1~2nm程度と、初期 2 (B) に示すように、結晶性ケイ素膜2 0 3 dの装面 とき、以前に図 1 を用いて説明したように、結晶性ケイ は酸化され、表面酸化膜208か形成されて結晶性ケイ 衆膜203dの表面のリッジ部は特に酸化作用が進み、 倒に比べ大きく低減された。

[0081]次に、前記結晶性ケイ素膜203dのパタ -ニングにより不要な部分を除去することで、図2

(C) に示すような素子問分離を行って、液晶投示画面 関域内で後にTFTの活性質域(ソース領域、ドワイン 領域、チャネル領域)および補助容量CSの下部戦極を 構成する島状の結晶性ケイ素膜208を形成する。

[0062]次に、図2 (D) に示すように、上記島状 の結晶性ケイ紫膜領域209上にフォトレジストを塗布 オンドーピング独によって、フォトワジスト210をマ スクとして不純物 (リン) 211を注入する。ドーピン FTのソース領域218と補助容量Cs領域228の下 ち、マスク210により、後にTFTのチャネル領域と なる部分のみが覆われた状態となっている。そして、イ 0により、不純物211が注入されない領域は、上述の 圧を5~30kV、例えば15kV、ドーズ量を1×1 015~8×1015cm-1、例えば2×1015cm-1とす る。この工程により、不純物が注入された領域は後のT グガスとして、フォスフィン (PH3) を用い、加速電 節電極219を形成する。フォトレジストのマスク21 し、鴎光・現像してマスク210を形成する。すなわ ように後にTFTのチャネル領域217となる。

[0063] 次に、図2 (E) に示すように、マスク2 18、下部電極219を握うように厚さ20~150n m、ここでは100nmの製化ケイ雰膜をゲート絶縁膜 212として成膜する。酸化ケイ素膜の形成には、ここ cateos (Tetra Ethoxy Ortho Si1icate)を原料とし、酸素とともに基板温 RFプラズマCVD法で分解・堆積した。あるいはTE くは常圧CVD弦によって、基板温度を350~600 10を除去し、上配チャネル領域217、ソース領域2 OSを原料としてオゾンガスとともに減圧CVD法もし び結晶性ケイ紫膜へゲート絶縁膜の界面特性を向上する り、ソース飯製2 18 とドレイン飯製および補助給量C い。成膜後、ゲート絶縁膜212自身のバルク特性およ ために、不活性ガス雰囲気下で400~600℃で数時 国のアニールを行った。回時に、このアニール処理によ 8の領域219にドーピングされた不純物211が活性 度150~600℃、好ましくは300~400℃で、 C、好ましくは400~550℃として形成してもよ

 \in

■CSの領域219が低抵抗化された結果、そのシート **兵女は50.0~8000/ロとなった。**

グして、ゲート包括213と補助容量の3倒填228の あり、補助容量Csの上部配径214は第n+1番目の **厚さ300~500mm、倒えば400mmのアルミニ** 上部戦略214を形成する。ここで、ゲート戦略213 は平面的に見れば第n毎目のゲートパスラインの一部で ウムを成膜する。そして、アルミニウム膜をパターニン 【0064】引き続いて、スパッタリング弦によって、 ゲートパスラインの一部として形成されている。

[0086] そして、図2 (F) に示すように、厚さち これと酸素とのブラズマCVD法、もしくはオゾンとの 0 0 nm程度の数化ケイ発展を層間絶熔膜220として は、アルミニウムが半導体層に拡散するのを防止する目 て、ソース配価221と回索配価322を形成する。ソ 一ス電極221は、金属材料、例えば、盤化チタンとア 的のパリア膜として設けられる。 画素電極222は1T ば、段登被覆性に優れた良好な層間絶縁膜が得られる。 形成する。この製化ケイ発展はTEOSを原料として、 成圧CVD法あるいは常圧CVD法によって形成すれ 次に、原因的領膜220にコンタクトホールを形成し ルミニウムの二層酸によって形成する。鉛化チタン膜 0など遊明尊無限により形成される。

N型TFT224および補助容量Cs領域226を完成 させる。このアニール処理により、N型TFT224の [0088] そして最後に、1気圧の水素雰囲気で35 0°C、1時間程度のアニールを行い、図2 (F) に示す 活性領域/ゲート総段膜の界面へ水紫原子を供給し、T 必要な箇所のみプラズマCVD法により形成された監化 る。なお、さらにN型TFT224を保護する目的で、 FT特性を劣化させる不対結合手を低減する効果があ ケム核殴わなパーしたもよい。

[0087]以上の東施例にしたかって作製したN型T **節戦圧2~3Vという良好な特性を示した。また、N型** TFT224のチャネル倒壊217とその補助容量C8 領域228の下部電極219においては、その接面平均 く、それぞれの容量の不均一性も小さく抑えられる。そ の結果、本政施例にて作製したアクティブマトリクス基 板を用い、液晶投示パネルを作数し、全面投示を行った **結果、個類性が高く、投示むらの無い高表示品位の液晶** FTは、電界効果移動度で50~80cm1/Vs、図 相さRBが共に1~2mm程度に低減されているため、 ゲート砲段膜212を介したリーク電流はほとんど無 扱示数置が契現できた。

(一回路や回森部分は勿論、同一基板上にCPUを構成 【0068】(更施例2)本発明を用いた第2の実施例 こついて説明する。本英施例では、石英ガラス基板上に Nチャネル型TFTを作製する際の工程において、本発 明を利用した場合についての説明を行う。本英施例のT FTはアクティブマトリクス型の液晶数示数型のドライ

言われる薄膜集散回路に利用できることは言うまでもな い。以下において、図3は本奥施例で説明するTFTの 作製工程の概要を示す断面図であり、(A)→(F)の する素子としても用いることができる。なお、TFTの **応用範囲としては、液晶投示装置のみではなく、一般に** 間にしたがって作製工程が順次進行する。

[0069] まず、石英ガラスよりなる基板301の装 CVD法によって、厚さ40~100nm、例えば80 nmの真性(I型)の非晶質ケイ紫膜(a-S1膜)3 面を1%程度の低濃度フツ酸により洗浄する。次に減圧

nmの真性 (I型)の非晶質ケイ紫膜 (8-S1膜)3 【0070】まず、石英ガラスよりなる基板301の表 面を1%程度の低濃度フツ酸により洗浄する。次に減圧 CVD法によって、厚さ40~100nm、例えば60 03を成膜する。 [0071]次に図3 (A) に示すように、a—S1膜 は、路質としては酢酸ニッケルを用い、水溶液中のニッ 303の投面にニッケルのような触媒元素を寄かせた水 溶液が接するように基板301を保持する。本実施例で ケル遺度は10ppmとなるようにした。その後、スピ ナーにより水溶液を基板301上に均一に延ばし乾燥さ せ、触媒元素膜305を形成する。

十数時間、例えば550℃で4時間アニールして結晶化 り、基板301に対して垂直方向に非晶質ケイ素膜30 ネットワークにより構成されており、20~30 um程 [0072]そして、これを水素風元雰囲気下または不 活性雰囲気下、加熱温度520~600℃で数時間から 3の結晶化が起こり、図3(B)に示すように結晶性ケ **イ寮膜303gが形成される。装面に塗布されたニッケ** ルは、結晶性ケイ素膜3038全体に拡散しており、こ の個々の結晶粒は、100~200mm幅の柱状結晶の 2×10^{il}atoms/cm³程度であった。このとき させる。この際、表面に盤布されたニッケルが核とな のときの結晶性ケイ索膜3038中のニッケル濃度は、 度の結晶粒径であった。

一光307を照射し、結晶性ケイ殊膜303mの再結晶 **冗を行う。このときのレーザー光としては、X e C I エ** キシマレーザー (波長308mm、パルス幅40mse c)を用いた。レーザー光307の照射条件は、照射時 の一点に対して、それぞれ10回レーザー照射されるよ **イ寮膜303mはその融点以上に加熱され、溶融し固化** することで、一部を極結晶として再結合し、さらに良好 な結晶性となる。ここで、原子間力顕微鏡(AFM)に |0073| その後、図3 (B) に示すように、レーサ こ対して順次走査され、結晶性ケイ索膜3038の任意 **ろに走査ビッチを設定した。この工程により、結晶性ケ に基板を200~500℃、例えば400℃に加熱し、** エネルギー密度200~350mJ/cm³、例えば3 00mJ/cm1とした。レーサー光307は、越板面

上記のように、その一部を粗結晶として再結晶化し、結 晶粒径が大きく成長するからであり、その分リッジも大 より、結晶性ケイ紫膜3038の衰面の平均面組さR8 を阅定すると、6~7mm程度の値であった。第1英施 例と比較して表面の平均面粗さRaが大きいのは、レー ザー開射における出発膜が結晶性ケイ素膜であるため、 きくなるからである。

ラップ単位、トラップ密度が低減される。その結果、結 [0074]次に、HC1ガス雰囲気下にて、加熱温度 800~1100℃、例えば1050℃で30分程度ア ニール処理を施す。この工程により、図3 (C) に示す ように、結晶性ケイ素膜3038の表面は酸化され、要 面酸化膜308が形成されて、結晶性ケイ葉膜3038 の表面のリッジ部は特に酸化作用が進み、結晶粒表面に 03mの結晶粒内では、欠陥が消滅すると共にそれぞれ 晶性ケイ素膜3038は、非常に商品質な結晶性ケイ素 は膜厚30nm程度に薄膜化される。このとき、以前に 図1を用いて説明したように、結晶性ケイ索膜3088 比べ大きく酸化される。それと共に、結晶性ケイ素膜3 の柱状結晶が結合し、ほぼ単結晶状態へと変化する。ま た、結晶粒界部も良好に処理され、キャリアに対するト は、結晶性ケイ素膜3038中から表面酸化膜308〜 膜308の界面、および表面酸化膜308中にニッケル 膜303g′へと変化する。同時に、結晶性ケイ紫膜3. と移動し、商品質結晶性ケイ索膜3038 | 入表面酸化 038中(特に結晶粒界部)に残留していたニッケル

きく低減された。また、このエッチング工程にて、結晶 性ケイ殊膜3038中から装面酸化膜308~と移動し てきたニッケルも同時に除去され、高品質結晶性ケイ教 【0075】その後、表面酸化膜308をエッチングし 除去することで、得られる商品質結晶性ケイ紫膜303 結果、平均面組さRaは2nm程度と、初期値に比く大 a'の表面を原子間力顕微鏡 (AFM) により測定した 膜303a'中のニッケル遺度は、5×1018atom s/cm³程度にまで低減された。

ス領域、ドレイン領域、チャネル領域)となる島状の結 【0076】次に、図3 (D) に示すように、パターニ 去して索子問分離を行い、後にTFTの活性領域(ソー ングにより不要な部分の結晶性ケイ索膜303g′を除 晶性ケイ素膜308を形成する。

【0077】次に、上記の活性領域となる島状の結晶性 ラズマCVD法で分解・堆積した。成膜後、ゲート結縁 膜312自身のパルク特性および結晶性ケイ索膜309 ケイ発膜309を覆うように厚さ20~150nm、こ こでは100mmの酸化ケイ紫膜をゲート絶縁膜312 として成膜する。酸化ケイ熔膜の形成には、ここではT EOS (Tetra Ethoxy Ortho Si icate)を原料とし、酸素とともに基板温度15 0~800℃、好ましくは300~400℃で、RFン

ヽゲート絶縁膜312の界面特性を向上するために,不 活性ガス雰囲気下で800~1000でで30~80分

厚さ300~800nm、例えば500nmのアルミニ **閏315を形成する。この状態を図3 (E) に示す。陽** げ、その状態で1時間保持して終了させる。得られた酸 化物層315の厚さは200mである。なお、この酸 ウムを成膜する。そして、アルミニウム膜をパターニン グして、ゲート電極313を形成する。さらに、このア ルミニウムの電極の表面を陽極酸化して、疫面に酸化物 ル溶液中で行い、最初一定電流で220Vまで電圧を上 セットゲート領域の長さを上記陽極酸化工程で決めるこ 極酸化は、酒石酸が 1~5 %含まれたエチレングリコー オフセットゲート倒域を形成する厚さとなるので、オフ **化物層315は、後のイオンドーピング工程において、** 【0078】引き続いて、スパッタリング法によって、 とができる。

て活性領域に不純物(リン)を注入する。ドーピングガ ト戦極313とその周囲の酸化物層315をマスクとし 60~90kV、例えば80kV、ドーズ量を1×10 ゲート銭極313およびその周囲の酸化物層315にマ る。この工程により、不純物が注入された領域は後に丁 スクされ不純物が注入されない領域は、後にTFTのチ 【0079】汝に、イオンドーピング班によって、ゲー スとして、フォスフィン (PH1) を用い、加選電圧を FTのソース復模318とドレイン復模318となり、 5~8×1015cm-1、例えば2×1015cm-1とす ヤネル倒域317となる。

【0080】 その後、図3 (E) に示すように、レーザ した不純物の活性化を行うと同時に、上記の不純物導入 の際、使用するレーザーとしてXeC1エキシマレーザ 一光316の照射によってアニールを行い、イオン注入 工程で給晶性が劣化した部分の結晶性を改善させる。こ ット開射を行った。こうして形成されたN型不純物 (リ ン)が注入されたソース領域318、ドレイン領域31 エネルギー密度 150~400mJ/cml、好ましく は200~250mJ/cmiで、1カ所に付き4ショ — (波長308nm、パルス幅40nsec) を用い、 9のシート抵抗は、200~3000/口であった。

[0081] 続いて、厚さ800nm程度の酸化ケイ素 膜を層間絶縁膜320として形成する。この酸化ケイ素 膜の形成には、TEOSを原料として、これと酸素との プラズマCVD法、もしくはオゾンとの減圧CVD法あ るいは常圧CVD法によって形成すれば、段登被歴性に 憂れた良好な間間絶縁膜が得られる。

コウムの二種際によってTFTのソース転換321、ド ニウムが半導体層に拡散するのを防止する目的のバリア ルを形成して、金属材料、例えば、盥化チタンとアルミ レイン電極322を形成する。盤化チタン膜は、アルミ 【0082】次に、層固鉛線膜320にコンタクトホー

48年19-191131

Ξ

限として設けられる。そして最後に、1気圧の水索雰囲 気で360℃、1時間程度のアニールを行い、図3 (F) に示すN型TFT324を完成させる。

方の電低より信号を入力する。また、このTFTを蒋膜 【0083】この攻筋例によるN型TFTを、液晶接示 数国の画案既極をスイッチングする素子として用いる場 LOなど過母導電腦からなる画森電極に接続し、もと一 集徴回路に用いる場合には、ゲート戦極313上にもコ 合にはソース電極321またはドレイン電極322を1 ンタクトホールを形成し、必要とする配線を施せばよ

【0084】以上の政施例にしたかって作製したN型T 8、岡伯毗圧0~1Vという良好な特性を示し、TFT **微り返し辺定を行っても、それに伴う経時変化はほと人** オフ倒域でのリーク観流も数pA程度と小さい。また、 FTは、電界効果移動度で200~250cm¹/V どなく、非常に安定した特性を示した。

【0085】(斑筋例3)本発明を用いた第3の斑筋例 ス型の液晶投示数面の周辺駆動回路や、一般の薄膜集散 回路を形成するNチャネル型TFTとPチャネル型TF について既明する。本攻筋例では、アクティブマトリク Tを相補型に構成したCMOS構造の回路を石英ガラス **基板上に作製する工程について、説明を行う。**

【0086】図4は、本英施例で説明するTFTの作製 かって工程が即次進行する。図5 (F) に示すのが、本 更施例によるCMOS回路の完成図であり、N型TFT A'で切った断回図であり、 (A) → (F) の間にした 1、祖の概要を示す平面図である。図5は、図4のA― 424とP型TFT425により構成される。

【0087】まず、石英ガラスよりなる基板401の袅 [0088] 次に、域圧CVD法あるいはプラズマCV 田を1%程度の低濃度フツ酸により洗浄する。

D弦によって、厚さ40~100mm、例えば80mm の真性(1型)の非晶質ケイ発膜(8-51膜)403 を成膜する。

限403が鶴星される。四ち、図5(A)の状態を上面 から見ると、図4のように倒壊400でaーS1膜40 (フォトレジスト) を盛布し、臨光・現像してマスク4 04とする。マスク404に形成したスルーホールによ 3か腐虽しており、他の部分はフォトレジストによりマ り、スリット領域400においてスリット状に8—Si [0089]次に、a—S1版403上に弱光性樹脂 スクされている状態となっている。

【0090】次に、図5 (A) に示すように、 勘板40 1 扱面にニッケルを博願蒸溜し、触媒元素膜405を形 るように倒御した。このときの基板401上におけるニ ッケルの間密度を実際に過定すると、4×10¹³ato 成する。本現筋例では、禁御ソースと基板間の距離を通 **熱より大きくして、核鉛レートを低下させることで、コ** ッケルの触媒元素膜405の厚さが1~2nm程度とな

スク404を除去することで、マスク404上の触媒元 素膜405ガリフトオフされ、スリット領域400のa ケルの彼自欲加が行われたことになる。そして、これを 不活性雰囲気下、例えば加熱温度550℃で16時間ア —S 1 限403において、遊択的に触媒元素としてニッ ms/cm³程度であった。そして、フォトレジストマ ニールして結晶化させる。

また、それ以外の領域は、そのまま非晶質ケイ素膜領域 403cとして残る。この做方向結晶成長した結晶性ケ 矢印408で示される基板と平行な方向の結晶成長の距 【0091】 108数、食麺400においては、a—Si 膜403の投面に添加されたニッケルを核として基板4 0 1に対して垂直方向にa-S 1 膜 4 0 3の結晶化が起 スリット飯域400の周辺鰕域では、図5(B)におい て、矢印408で示すように、スリット領域400から **模方向(基板と平行な方向)に結晶成長が行われ、横方** 向給母成長した結晶性ケイ繋膜403bが形成される。 こり、結晶性ケイ繁膜4038が形成される。そして、 s/cm³程度であった。なお、上配結晶成長に際し、 **離は、80 μm程度であった。**

【0092】その後、図5 (B) に示すように、レーザ 一光407を照射し、8-S1段403の再結晶化を行 ð。このときのレーザー光としては、X e C 1 エキシマ レーザー (波長308nm、パルス幅40nsec) 左 な200~500℃、例えば400℃に値軽し、エネル ギー密度200~350mJ/cml、例えば300m て間次走査され、a-Si膜403の任意の一点に対し て、それぞれ10回レーザー照射されるように走査ビッ チを散定した。この工程により、結晶性ケイ繋領域40 3 &および403bはその融点以上に加熱され、溶融し 固化することで、一部を粗結晶として再結合し、さらに 良好な結晶性となる。また、非晶質ケイ素膜領域403 cは、結晶化され結晶性ケイ素膜403dとなる。ここ で、原子間力顕微鏡(AFM)により、結晶性ケイ紫膜 403b投面の平均面組さRaを測定すると、6~7n 用いた。レーザー光407の照射条件は、照射時に基格 J/cm²とした。レーザー光407は、基板面に対し m程度の値であった。

【0083】次に、酸素ガス雰囲気下にて、加熱温度8 よろに、結晶性ケイ素膜4038、403b、403d **結晶性ケイ紫膜403bは膜厚30mm程度に薄膜化さ 韓晶性ケイ茶膜403bの装面のリッジ部は特に酸化作** 00~1100℃、例えば1050℃で30分程度のア ニール処理を施す。この工程により、図5(C)に示す の要面は酸化され、要面酸化膜408が形成され、特に **ヨか進み、結晶粒表面に比く大きく敷化される。それと** 共に、結晶性ケイ索膜403bでは、欠陥が消滅すると 1る。このとき、以前に図1を用いて説明したように、 共にそれぞれの柱状結晶が結合し、ほぼ単結晶状態な

5。その結果、結晶性ケイ繋膜403bは、非常に高品 質な結晶性ケイ素膜403b′へと変化する。また、結 **留性ケイ素膜40.38も商品質化され商品質な結晶性ケ** /紫膜403g'となる。

徐去することで、高品質結晶性ケイ素領域を得る。この (0094] その後、表面酸化膜408をエッチングし 高品質結晶性ケイ素領域の膜表面を原子間力超微鏡 (A FM)により測定した結果、平均面組さRaは2nm程 度と、初期値に比く大きへ気減された。

【0095】その後、図5 (D) に示すように、商品質 域(素子領域)を構成する島状の結晶性ケイ発験409 をパターニングによりエッチング除去して発子間分離を 10、409pとなるように、それ以外の結晶性ケイ紫膜 結晶性ケイ紫膜403b′ 領域が、後のTFTの活性領

[0096]次に、上記の活性領域となる島状の結晶性 ケイ茶膜409mおよび409pを覆うように厚さ10 してSiH4ガスとN10ガス原料とし、基板温度800 する。本実施例では、ゲート絶縁膜412の成膜方法と 0 nmの酸化ケイ素膜をゲート絶線膜412として成膜 Cで、減圧CVD法にて分解・堆積した。

[0097] 引き続いて、図5(E)に示すように、ス ば500nmのアルミニウム(0,1~2%のシリコン パッタリング法によって厚さ400~800mm、例え を含む)を成膜し、アルミニウム膜をパターニングし て、ゲート電極413m、413pを形成する。

の結晶性ケイ素膜領域409m、409pにゲート電極 びホウ森)を注入する。ドーピングガスとして、フォス 【0098】次に、イオンドーピング法によって、島状 413中、413りをマスクとして不純物(リン、およ 者の場合は、加速電圧を60~90kV、例えば80k V、後者の場合は、40~80kV、例えば65kVと し、ドーズ量は1×10¹⁵~8×10¹⁵cm⁻¹、例えば する。この工程により、ゲート配極413n、413p にマスクされ不純物が注入されない領域は後にTFTの 際しては、ドーピングが不要な領域をフォトレジストで グを行う。この結果、N型の不純物をドープしたソース 領域418nとドレイン領域419n、P型の不純物を ドーブしたソース領域418pとドレイン領域419p フィン (PH3) およびジボラン (B1H4) を用い、前 リンを2×1015cm-1、ホウ繋を5×1015cm-1と チャネル飯域417m、417Dとなる。ドーピングに 覆うことによって、それぞれの元素を遊択的にドーピン が形成され、図5 (E) および (F) に示すように、N チャネル型TFT424とPチャネル型TFT425と を形成することができる。この状態を基板上方より見る と図4のようになっており、ここで活性領域409nお よび409pにおいて、矢印408で示す結晶成長方向 とキャリアの移動方向(ソース→ドレイン方向)は平行

等の強光を用いてもよい。

した不純物の活性化を行う。レーザー光としては、Xe C1エキシマレーザー (波長308nm、パルス幅40 nsec)を用い、レーザー光の照射条件としては、エ 【0099】その後、図5 (E) に示すように、レーザ 一光416の照射によってアニールを行い、イオン注入 ネルギー密度 250mJ/cmlでーか所につき4ショ で、さらに高移動度を有するTFTが得られる。

00mmの酸化ケイ素膜を層間絶線膜420として、T 気圧の水素雰囲気下で350℃、1時間程度のアニール [0100]統いて、図5(F)に示すように、厚さ8 ば、盤化チタンとアルミニウムの二層膜によってTFT を行い、N型TFT424とP型TFT425を完成さ 2、ドレイン鶴極423を形成する。そして最後に、1 EOSを原料としたプラズマCVD法によって形成し、 これにコンタクトホールを形成して、金属材料、例え のソース範値421、ドレイン転径・ソース転伍42 =

S構造の回路において、それぞれのTFTの電界効果移 特性劣化もほとんどなく、信頼性の高い CMO S構造回 【0101】以上の奥施例にしたがって作製したCMO はN螯TFTで0~IV、P螯TFTでー2~-3Vと 非常に良好な特性を示す。さらに、繰り返し測定に伴う 動度はN型TFTで260~350cm¹/Vs、P型 TFTで120~180cm¹/Vsと知く、配価処圧 路が得られた。 【0102】以上、本発明に基づく3例の奥施例につき 具体的に説明したが、本発明は上述の実施例に限定され るものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変 形が可能である。例えば、前述の3例の実施例において は、、X e C I エキシマレーザーを用いて、 a —S 1 膜を た。本発明は、それ以外の様々な強光照射により結晶化 された場合にも勿論、同様の効果があり、波長248m nのKrFエキシマレーザーや、波長488mmの連続 発掘A r レーザーなどにおいても同様である。また、レ ーザー光の代わりに赤外光、フラッシュランブを使用し ・ サーマル・アニール) などのい むめる レーザー光と 回 て短時間に試料を加熱する、いわゆるRTA(ラピッド **結晶化、あるいは固相結晶成長ケイ索膜を再結晶化し**

する方法を用いたが、触媒元素を用いず通常の固相給留 **钼結晶成長法としては、触媒元素を用い短時間で結晶化 入する方法として、非晶質ケイ紫膜表面にニッケル塩を** ニッケル磷膜を形成する方法により、ニッケルの微量溢 **式長弦を用いても同様の効果が得られる。また、上記第** 2 および第3奥施例では、触媒元素であるニッケルを尊 育かせた水溶液を盛布する方法、あるいは蒸溜法により 第1の非晶質ケイ素膜成膜前に、基板装面にニッケルを 加を行い、結晶成長を行わす方法を採用した。しかし、 【0103】また、上記第2および第3英施例では、

となるように配置してある。このような配置を採ること

€

[⊠3]

Ξ

3

尊入し、非母質ケイ素膜下層よりニッケルを拡散させ給 聞成長を行わせる方法でもよい。即ち、結晶成長は非晶 虹ケイ鞣酸の上面回から行ってもよいし、下面回から行 ってもよい。また、ニッケルの導入方法としても、その **ů、様々な手法を用いることができる。例えば、ニッケ** ル塩を溶かせる溶媒として、SOG (スピンオングラ

幼であるし、スパッタリング法やメッキ法により蒋殿形 方法なども利用できる。さらに、結晶化を助長する不純 ス)材料を溶媒としてSIO膜より拡散させる方法も有 成する方法や、イオンドーピング法により直接導入する 初金属元素としては、ニッケル以外にコパルト(C

u)、鈕 (AB)、台 (Au)、インジウム (In)、 o)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、飼 (C

スズ (Sn)、アルミニウム (A1)、アンチモン (S b)を用いても効果が得られる。

【0104】さらに、本発明の応用としては、液晶投示 用のアクティブマトリクス型基板以外に、例えば、密着 **宮イメージセンサー、ドウイバー内積型のサーマルヘッ** 、 有機系EL等を発光索子としたドライバー内蔵型の 象度化等の高性能化が英現される。さらに本発明は、上 **钴磁性半導体を素子材としたパイポーラトランジスタや** 5。本発明を用いることで、これらの繋子の高遠、高解 代書き込み案子や扱示案子、三次元IC等が考えられ 述の契施例で説明したMOS型トランジスタに限らず、

砂粒餅等トランジスタをはじめとして幅広く半導体プロ セス全倒に応用することができる。 0105

無い高品質結晶性ケイ素薄膜が得られ、非常に高性能で 且つ個蜘性の高い蒋膜半等体装置を実現することができ 5。特に液晶数示袋置においては、ケイ索膜の数面凹凸 グ特性の向上、周辺駆動回路部を構成するTFTに要求 ィブマトリクス節と周辺駆動回路部を構成するフィール 【発明の効果】本発明を用いることにより、投面凹凸の に起因する投示むらを無くし、回発TFTのスイッチン される商性能化・商集簡化が図れ、同一基板上にアクテ ドライバモノリシック型のアクティブマトリクス基板を **與現でき、モジュールのコンパクト化、商性能化、低コ**

【図面の簡単な説明】 スト化が図れる。

【図1】本発明の概要を製造工程間に説明する図であ

【図3】類2の斑筋例の作製工程を説明する図である。 [図2] 第1の契施例の作製工程を説明する図である。 【図4】第3の斑筋剣の概要を平面図である。

【図5】第3の奥施例の作製工程を説明する図である。 【図 B】結晶性ケイ素膜投面の原子間力顕微鏡(AF M)値を下にスケッチした図を示す。

、谷中の説明

非品質ケイ紫膜 0

3

結晶性ケイ素膜 結晶粒 0 4 0.0 108

ê

9

結晶粒界 0.7

9

こっか 80

高品質結晶性ケイ紫膜 **袅面酸化膜** 60

301,401 下地膜 201, 0 2

非磁質ケイ数 (8-S1) 203, 303, 403

<u>-</u>

9

Ē

g

Ē

207, 307, 407

島状の結晶性ケイ紫膜 見面酸化膜 208, 308, 408 209, 309, 409 777 210

ゲート絶像膜 ドמを (シン) 212, 312, 412 2 1 1

9

ゲート動植 213, 313, 413 214

チャネル領域 317, 417 上部每極

ソース領域 周围稳续膜 218, 318, 418 220, 320, 420 下部範極 2 1 9

ソース価値 21, 321, 421 2 2 2

[図4]

N型TFT領域 画索和極 2 8

触媒元素膜 補助容量CS假域 致化物圈 405 305, 315

322、422、423 ドレイン配極 ドフムン腔路 アーサー米 418 19,419 316,

324, 424

マスク

P型TFT

[図図] \$ Ş

特開平10-106951

(18)

